

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-103310

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月20日

H 03 H 9/145

C-8425-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 表面弾性波素子

⑯ 特 願 昭62-262534

⑰ 出 願 昭62(1987)10月16日

⑱ 発 明 者 中 幡 英 章 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 発 明 者 今 井 貴 浩 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑳ 発 明 者 藤 森 直 治 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉒ 代 理 人 弁理士 青 山 葆 外1名

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

表面弾性波素子

##### 2. 特許請求の範囲

1. 基板上にダイヤモンド状炭素膜層と圧電体膜層と電極を積層して成る表面弾性波素子。

2. ダイヤモンド状炭素膜層が気相合成法により形成された薄膜である特許請求の範囲第1項記載の表面弾性波素子。

3. 圧電体膜層が、 $ZnO$ 、 $AlN$ 、 $Pb(Zr,Ti)O_3$ 、 $(Pb,La)(Zr,Ti)O_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $LiNbO_3$ 、 $SiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $BeO$ 、 $Li_2B_2O_5$ 、 $ZnS$ 、 $ZnSe$ 及び $CdS$ から成る群から選択された少なくとも1種の化合物を主成分とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の表面弾性波素子。

4. 電極が櫛型電極であり、圧電体膜層/櫛型電極/ダイヤモンド状炭素膜層/基板の構造を有する特許請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

5. 基板とダイヤモンド状炭素膜層の間、及び圧電体膜層の表面のいずれか一方あるいは両方において短絡用電極を備えた特許請求の範囲第4項記載の表面弾性波素子。

6. 電極が櫛型電極であり、櫛型電極/圧電体膜層/ダイヤモンド状炭素膜層/基板の構造を有する特許請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

7. 基板とダイヤモンド状炭素膜層の間、及びダイヤモンド状炭素膜層と圧電体膜層の間のいずれか一方あるいは両方において短絡用電極を備えた特許請求の範囲第6項記載の表面弾性波素子。

##### 3. 発明の詳細な説明

###### <産業上の利用分野>

本発明は高周波フィルタなどに用いられる表面弾性波素子に関する。

###### <従来の技術>

表面弾性波素子は、固体表面を伝播する表面弾性波を利用した固体高周波素子である。表面弾性波素子は、小型で、温度に対して安定であり、秀

命が長く、位相特性が良い等の特長がある。また、電子や光などとの相互作用が比較的に容易に行えるという特徴もある。表面弾性波素子の一例である表面弾性波フィルタは早くからテレビの中間周波数フィルタとして応用されている。

表面弾性波素子は、従来、 $\text{LiNbO}_3$ や $\text{LiTaO}_3$ 等の圧電体単結晶上に櫛型電極を形成することによって製造されていたが、近年では、 $\text{ZnO}$ 等の圧電体薄膜をガラス等の基板の上にスパッタ等の技術で成膜したものが用いられるようになってきている。ところが、ガラス上に成膜した $\text{ZnO}$ 等の圧電体薄膜は、通常配向性のある多結晶質であり、散乱による損失が多く、100MHz以上の高周波帯で使用するには適していなかった。そこで、サファイア基板の上に $\text{ZnO}$ 等の圧電体単結晶薄膜を成長させたものが作製されるようになってきている。

ところで、表面弾性波素子においては、固体表面を伝播する弾性波の音速と櫛型電極の電極間距離により使用周波数が決定される。電極間距離が

ダイヤモンド状炭素は、微量の水素を含有する非晶質構造の炭素であり、ダイヤモンドに類似の結合様式をもち、絶縁体である。その硬度はダイヤモンドの約半分ぐらいで、密度も1.8~1.9 g/cm<sup>3</sup>とダイヤモンドの約半分であるので、ダイヤモンド状炭素は、諸物質中で最も大きい音速を有する媒質の1つであるダイヤモンドに匹敵する大きな音速を有する。各種物質中における音速を第1表に示す。

第 1 表

物 質	音速(m/秒)
ダイヤモンド	18000
サファイア	12000
ソーダガラス	1600
$\text{ZnO}$	3500
$\text{LiNbO}_3$	3600
$\text{LiTaO}_3$	3000
$\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$	1500~2000

小さく、音速が大きい程、高周波領域で使用できる。そこで、高周波化を目的として、サファイアより安価でガラスより音速の大きい多結晶アルミナの上に $\text{ZnO}$ 等の圧電性C軸配向膜を成長させたものも試みられているが、満足な結果は得られていない。また、電極間距離は、微細加工技術の制約から、1.2 $\mu\text{m}$ が限界であり、しかもこのような微細な加工工程は複雑で、歩留りが悪かった。1.2 $\mu\text{m}$ の幅で電極を形成した場合に、サファイアのような比較的音速の大きい基板上に圧電体膜を形成しても、1GHzが高周波帯の限界であった。更に高い周波数の極高周波帯を有する表面弾性波素子が要望されているのである。

#### <発明が解決しようとする問題点>

本発明の目的は、極高周波帯で使用できる表面弾性波素子を提供することにある。

#### <問題点を解決するための手段>

本発明の目的は、基板上にダイヤモンド状炭素膜層と圧電体膜層と電極を積層して成る表面弾性波素子によって達成される。

ダイヤモンド状炭素膜層の厚さは、通常、0.5 $\mu\text{m}$ 以上である。

圧電体膜層は、無機物質、例えば $\text{ZnO}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 、 $(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{BeO}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 $\text{KNbO}_3$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、及び $\text{CdS}$ などの化合物から選択された少なくとも1種の化合物を主成分とすることが好ましい。圧電体膜層の厚さは、通常、0.5 $\mu\text{m}$ 以上である。

電極は、通常、櫛型電極である。表面(界面)短絡用電極を併用してもよい。

基板を構成する物質は、表面弾性波素子の基板として使用されるいずれの物質であってもよく、例えば、ガラス、Si又は金属などである。

基板、ダイヤモンド状炭素膜層及び圧電体膜層に対する電極の位置関係は、どのようなものであってもよいが、電気機械結合係数が大きく電極が外部にさらされずに傷付かないという点から、圧電体膜層/櫛型電極/ダイヤモンド状炭素膜層/基

板の構造が特に望ましい。また、櫛型電極／圧電体膜層／ダイヤモンド状炭素膜層／基板の構造も望ましい。このような構造の表面弾性波素子は、従来のものに比べて、表面波伝播速度が大きく、より高周波領域で使用することができる。

ダイヤモンド状炭素は、炭化水素等のガスを原料として、ガラス、Si又は金属など各種基板上に気相で合成することができる。ダイヤモンド状炭素の気相合成法としては、1)電子放射材を加熱して原料ガスを活性化する、2)プラズマによりガスを励起する、3)光によりガスを分解励起する、4)イオン衝撃により成長させる、等の方法が挙げられるが、いずれの合成法によっても適したダイヤモンド状炭素膜層を得ることができる。ダイヤモンド状炭素は、大面積の均一な膜形成が可能であり、サファイアなどに比べてコストの点でも優れている。

一般に膜構造の弾性表面波素子を形成する場合、圧電体膜層の下地層の表面平坦性が悪いならば、圧電体膜層の結晶性が悪くなり、大きな電気機械

膜層3、櫛型電極4及び要すれば表面(界面)短絡用電極5を有する。これら以外にも、基板1とダイヤモンド状炭素膜層2の界面に櫛型電極4を設けた構造も考えられるが、櫛型電極4により直接に圧電体膜層3を励起できないので電気機械結合係数が小さくなり好ましくない。

#### <発明の効果>

本発明によれば、極高周波域において使用できる小型で大量生産の容易な表面弾性波素子を提供することができる。

本発明の表面弾性波素子の例としては、フィルタに加えて、遅延線、信号処理素子、コンポルバなどが挙げられる。

#### <実施例>

以下に、実施例及び比較例を示す。

##### 実施例及び比較例

ガラス基板(10mm×10mm×0.5mm)上に、ダイヤモンド状炭素膜、ZnO C軸配向圧電体膜及びAl電極を積層し、第1図(b)に示す表面波フィルタを作成した(実施例)。また、比較と

結合係数が得られず、圧電体膜層の表面平坦性も悪くなる。従って、表面波の伝播損失の増大、及び櫛型電極の断線や短絡などの不都合が生じる。しかし、ダイヤモンド状炭素膜層を使用する場合、圧電体膜層を形成するダイヤモンド状炭素膜層の表面は極めて平坦であるため、上述のような不都合は生じず、ダイヤモンド状炭素膜層の形成後の表面研磨などは必要ない。

ZnO、AlN、Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>等の無機圧電体の多結晶膜は、スパッタ法やCVD法などの気相合成法を用いることによって、ダイヤモンド状炭素膜上に成長させることができる。得られた圧電体膜は、大きな電気機械結合係数を与えるように十分な結晶配向性を有しており、かつ表面が平坦である。ダイヤモンド状炭素膜上に電極を形成した場合でも、さらにその上に同様に圧電体膜を成長させることができる。

第1図(a)~(b)は、本発明の代表的な表面弾性波素子の断面構造を示す。これら表面弾性波素子は、基板1、ダイヤモンド状炭素膜層2、圧電体

膜層3、櫛型電極4及び要すれば表面(界面)短絡用電極5を有する。これら以外にも、基板1とダイヤモンド状炭素膜層2の界面に櫛型電極4を設けた構造も考えられるが、櫛型電極4により直接に圧電体膜層3を励起できないので電気機械結合係数が小さくなり好ましくない。

比較例において、基板材料としてサファイア及び多結晶アルミナをそれぞれ使用した。

ZnO膜は、ZnO多結晶膜をArとO<sub>2</sub>の混合ガスでスパッタすることによって、0.9~1.8μmの間で10種類の厚さで形成した。ダイヤモンド状炭素膜は、CH<sub>4</sub>を原料とするプラズマCVD法によってガラス基板上に15μmの厚さで形成した。櫛型電極の電極間距離は3μm(電極膜厚は1.2μm)であった。

本発明のZnO圧電体膜層／ダイヤモンド状炭素膜層／ガラス基板の構造のフィルタにおいては、ZnOの膜厚が2.4μmの時に1次モード基本波の中心周波数が1.27GHzの高周波フィルタを実現できた。

これに対して、ZnO圧電体膜層／サファイア基板又はZnO圧電体膜層／アルミナ基板の構造のフィルタにおいては、ZnO圧電体の膜厚がそれぞれ1.8μm又は3.1μmである場合に、それ

それ610MHz又は290MHzの最高共振周波数(1次モード基本波)が得られた。

#### 4. 図面の簡単な説明

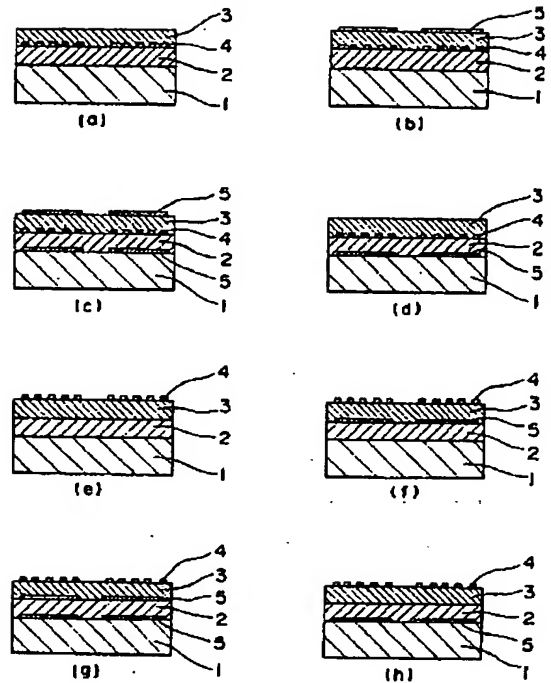
第1図は、本発明の表面弾性波素子の断面構造を示す図、

第2図は、本発明に含まれない表面弾性波素子の断面構造を示す図である。

- 1…基板、
- 2…ダイヤモンド炭素膜層、
- 3…圧電体膜層、
- 4…櫛型電極、
- 5…短絡用電極。

特許出願人、住友電気工業株式会社  
代理人、弁理士 青山 保 ほか1名

図1図



第2図

